

(19)



Europäisches Patentamt

European Patent Office

Office européen des brevets



(11)

EP 0 913 559 A2

(12)

## EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:  
06.05.1999 Patentblatt 1999/18

(51) Int. Cl.<sup>6</sup>: F01N 3/08, F01N 3/20

(21) Anmeldenummer: 98117610.0

(22) Anmeldetag: 17.09.1998

(84) Benannte Vertragsstaaten:  
AT BE CH CY DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LU  
MC NL PT SE  
Benannte Erstreckungsstaaten:  
AL LT LV MK RO SI

(30) Priorität: 29.10.1997 DE 19747671

(71) Anmelder: DaimlerChrysler AG  
70567 Stuttgart (DE)

(72) Erfinder:

- Boegner, Walter  
71686 Remseck (DE)
- Duvinage, Frank, Dr.  
73230 Kirchheim (DE)
- Friess, Walter  
70597 Stuttgart (DE)
- Haak, Karl-Ernst, Dr.  
73669 Lichtenwald (DE)

- Krutzsch, Bernd, Dr.  
73770 Denkendorf (DE)
- Maly, Rudolf, Dr.  
71065 Sindelfingen (DE)
- Pfeffer, Viktor  
73760 Ostfildern (DE)
- Pischinger, Stefan, Prof. Dr.  
52076 Aachen (DE)
- Renner, Gregor, Dr.  
70619 Stuttgart (DE)
- Voigtländer, Dirk  
70825 Korntal-Münchingen (DE)
- Welbel, Michel, Dr.  
70619 Stuttgart (DE)
- Wenninger, Günter  
70599 Stuttgart (DE)
- Wirbeleit, Friedrich, Dr.  
73733 Esslingen (DE)

## (54) Verfahren zum Betrieb eines mehrzylindrigen Verbrennungsmotors

(57) Die Erfindung bezieht sich auf ein Verfahren zum Betrieb eines mehrzylindrigen Verbrennungsmotors (5) mit wenigstens einem Adsorberkatalysator (11) im Abgasstrang des Verbrennungsmotors, wobei der Adsorberkatalysator periodisch wechselnd im Adsorptions- und im Desorptionsbetrieb betrieben wird. Zudem wird das den Adsorberkatalysator im Desorptionsbetrieb verlassende Abgas rückgeführt und/oder es ein dem Adsorberkatalysator (11) vorgeschalteter Oxidationskatalysator vorgesehen.

Erfindungsgemäß erfolgt die Abgasrückführung selektiv nur in einen Teil der Zylinder des Verbrennungsmotors und dieser Teil der Zylinder wird während des Desorptionsbetriebes in einem Zustand unvollständiger Verbrennung betrieben. Zusätzlich oder alternativ dazu wird während des Desorptionsbetriebes des Adsorberkatalysators im vorgeschalteten Oxidationskatalysator eine fette Nachverbrennung durchgeführt und der Oxidationskatalysator während kurzer Regenerationsphasen zwecks Rußentfernung mit erhöhter Temperatur betrieben.

Verwendung beispielsweise für Kraftfahrzeugmotoren.

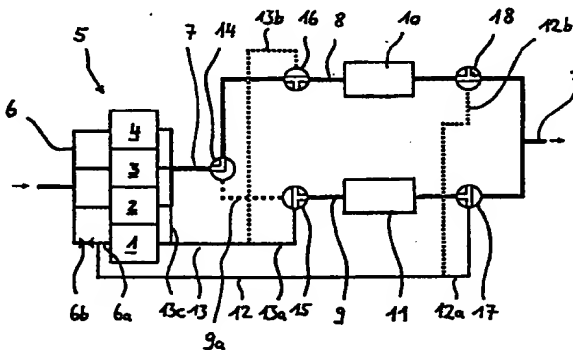


Fig. 1

## Beschreibung

[0001] Die Erfindung bezieht sich auf ein Verfahren zum Betrieb eines mehrzylindrigen Verbrennungsmotors mit wenigstens einem Adsorberkatalysator im Abgasstrang des Verbrennungsmotors, wobei der Adsorberkatalysator periodisch wechselnd im Adsorptions- und Desorptionsbetrieb betrieben wird. Speziell bezieht sich die Erfindung auf solche Verfahren, bei denen des weiteren das den Adsorberkatalysator im Desorptionsbetrieb verlassende Abgas zur Eingangsseite des Verbrennungsmotors rückgeführt wird und/oder das Abgas vor Eintritt in den Adsorberkatalysator durch einen vorgeschalteten Oxidationskatalysator hindurchgeführt wird.

[0002] Ein Verfahren der eingangs genannten Art ist aus der Offenlegungsschrift DE 195 17 168 A1 bekannt. Dabei wird ein  $\text{NO}_x$ -Adsorptionskatalysator abwechselnd im Adsorptions- und im Desorptionsbetrieb betrieben, wobei im Desorptionsbetrieb des  $\text{NO}_x$ -Adsorptionskatalysators im Verbrennungsmotor eine unvollständige Verbrennung erzeugt wird. Dazu ist eine Abgasrückführung in den Ansaugkrümmer des Verbrennungsmotors vorgesehen, die geeignet ist, die Verbrennungstemperatur im Motor zu reduzieren und/oder die Wahrscheinlichkeit von Zündaussetzern im Motor zu erhöhen. Durch eine derartige Abgasrückführung sowie ggf. durch weitere Maßnahmen, insbesondere eine Verzögerung des Zündzeitpunktes, eine Abmagerung des Luft/Kraftstoff-Gemisches im Motor oder ein intermittierendes Hemmen der Zündung in allen oder einzelnen Zylindern, wird der Verbrennungszustand in einem mit Fremdzündung arbeitenden Verbrennungsmotor verschlechtert, so daß nicht vollständig verbrannte Kraftstoffbestandteile in das Abgas des Verbrennungsmotors gelangen und im  $\text{NO}_x$ -Adsorptionskatalysator eine ausreichende Desorption und Reduzierung der gespeicherten Stickoxide während des Desorptionsbetriebes ermöglichen.

[0003] Aus der Offenlegungsschrift DE 195 22 165 A1 ist ein Verfahren zum Betrieb eines Verbrennungsmotors mit einem  $\text{NO}_x$ -Adsorptionskatalysator bekannt, bei dem eine vorübergehende Erwärmung des  $\text{NO}_x$ -Adsorptionskatalysators über die normale Betriebstemperatur hinaus zur Entfernung von Verunreinigungen vorgesehen ist. Dazu wird eine Erhöhung der Abgastemperatur durch motorinterne Maßnahmen vorgeschlagen, wobei insbesondere Kraftstoff im Abgastrakt nachverbrannt werden soll, indem sowohl unverbrannter Kraftstoff als auch überschüssige Luft in das Abgas des Verbrennungsmotors gebracht werden. Dies wird zum einen durch eine unvollständige Verbrennung in einem Teil der Motorzylinder sowie eine Verbrennung mit Luftüberschuß in einem anderen Teil der Motorzylinder erreicht. Ferner wird eine Verzögerung des Zündzeitpunktes bei gleichzeitiger Erhöhung der Ansaugluftmenge vorgeschlagen, wodurch sich ebenfalls eine Erhöhung der Abgastemperatur durch eine

Nachverbrennung im Abgastrakt ergibt. Überdies wird ein angefetteter Betrieb des Motors bei gleichzeitiger Zufuhr von Sekundärluft zum  $\text{NO}_x$ -Adsorptionskatalysator mit gleicher Wirkung vorgeschlagen.

[0004] Aus der Patentschrift DE 43 19 294 C1 ist ein Verfahren zur Reduzierung von Stickoxiden im Abgas einer Brennkraftmaschine bekannt, bei dem ein  $\text{NO}_x$ -Adsorptionskatalysator periodisch wechselnd im Adsorptions- und im Desorptionsbetrieb betrieben und das den im Desorptionsbetrieb arbeitenden Adsorptionskatalysator verlassende Abgas in die Ansaugluft der Brennkraftmaschine rezirkuliert wird, wobei speziell zwei parallel geschaltete Katalysatoren Anwendung finden können, die wechselweise im Adsorptions- und im Desorptionsbetrieb betrieben werden. Die im rückgeführten Abgas enthaltenen Stickoxide werden in der Brennkraftmaschine umgesetzt, die deshalb kontinuierlich mit vollständiger Verbrennung betrieben werden kann.

[0005] Aufgabe der Erfindung ist die Bereitstellung eines Verfahrens der eingangs genannten Art, das mit möglichst einfachen Mitteln eine verbesserte Abgasreinigung bei möglichst geringer Beeinträchtigung des Motorbetriebs gewährleistet.

[0006] Dieses Problem wird durch Verfahren mit den Merkmalen des Anspruchs 1 oder 4 gelöst.

[0007] Bei dem Verfahren nach Anspruch 1 erfolgt speziell eine Abgasrückführung nur in einen Teil der Zylinder des Verbrennungsmotors, der während einer jeweiligen Katalysatordesorptionsphase in einem Zustand unvollständiger Verbrennung betrieben wird, wobei in diesem Teil der Zylinder eine günstige Atmosphäre für eine Umsetzung desorbierten Stickoxids gegeben ist. Dabei wird gleichzeitig Abgas erzeugt, das wiederum die Desorption von Stickoxiden und ggf. anderen adsorbierten Stoffen in dem Adsorberkatalysator begünstigt. Derartige thermodynamisch eher ungünstige Bedingungen bleiben auf diesen Teil der Zylinder des Verbrennungsmotors beschränkt, während der andere Teil mit vollständiger Verbrennung betrieben werden kann und somit ein relativ hoher Wirkungsgrad des Gesamtmotors ermöglicht wird.

[0008] Bei dem Verfahren nach Anspruch 4 wird speziell ein dem Adsorptionskatalysator vorgeschalteter Oxidationskatalysator zur Aufbereitung des zugeführten Abgases genutzt, wobei mit Hilfe einer fetten Nachverbrennung im Oxidationskatalysator, bei der nicht vollständig oxidierte Abgasbestandteile erzeugt werden, günstige Bedingungen für die Desorption im Adsorberkatalysator geschaffen werden. Dabei wird der Oxidationskatalysator während kurzer Regenerationsphasen mit erhöhter Temperatur betrieben, wodurch Ruß, Partikel oder Kohlenwasserstoffe, die sich zuvor auf dem Oxidationskatalysator niedergeschlagen haben könnten, entfernt werden. Die Regeneration des Oxidationskatalysators kann entweder während des Adsorptions- oder des Desorptionsbetriebs des nachgeschalteten Adsorberkatalysators erfolgen, je nach

dem, welche Stoffe bei der Regeneration des Oxidationskatalysators freigesetzt werden.

[0009] Bei einem nach Anspruch 2 weitergebildeten Verfahren wird der Desorptionsvorgang im Adsorberkatalysator durch die Zufuhr von stickoxidarmem Abgas begünstigt, das aus dem in die Abgasrückführung einbezogenen Teil der Zylinder des Verbrennungsmotors stammt, der gezielt an diesen Vorgang anpaßbar ist.

[0010] Bei einem nach Anspruch 3 weitergebildeten Verfahren wird das Abgas der nicht mit rückgeführtem Abgas beaufschlagten Zylinder und ggf. restliches Abgas aus dem anderen Teil der Zylinder, der im Zustand unvollständiger Verbrennung betrieben wird, dem momentan adsorbierenden Adsorberkatalysator zugeführt, so daß es bestmöglich gereinigt an die Umgebung abgegeben wird.

[0011] Bei einem nach Anspruch 5 weitergebildeten Verfahren wird eine gegenüber dem Normalbetrieb erhöhte Abgastemperatur durch motorinterne Maßnahmen erreicht, die je nach Bedarf bei allen, meist aber nur bei einem Teil der Zylinder des Verbrennungsmotors bewirkt werden müssen. Die genannten Motorsteuerungsmaßnahmen sind kurzfristig gezielt einsetzbar, wobei eine Beschränkung auf einen Teil der Zylinder zu einer geringeren Beeinträchtigung von Leistung und Motorwirkungsgrad führt. Ferner ist damit die Erhöhung der Abgastemperatur genauer regel- und steuerbar.

[0012] Bevorzugte Ausführungsbeispiele der Erfindung sind in den Zeichnungen dargestellt und werden nachfolgend beschrieben. Hierzu zeigen:

Fig. 1 ein Blockdiagramm eines nach einem ersten Verfahrensbeispiel betreibbaren mehrzylindrigen Kraftfahrzeugverbrennungsmotors mit zugehöriger Abgasreinigungsanlage und

Fig. 2 ein Blockdiagramm eines nach einem zweiten Verfahrensbeispiel betreibbaren mehrzylindrigen Kraftfahrzeugverbrennungsmotors mit zugehöriger Abgasreinigungsanlage.

[0013] In Fig. 1 ist ein nach einem ersten erfindungsgemäßen Verfahren betreibbarer Kraftfahrzeugverbrennungsmotor in Form eines Hubkolbenmotors 5 dargestellt, der insgesamt vier Zylinder 1 bis 4 aufweist. Dem Hubkolbenmotor 5 ist ein Abgastrakt zugeordnet, der eine sich in einen rechten und einen linken Teilstrang 8, 9 verzweigende Hauptabgasleitung 7, eine Nebenabgasleitung 13, zwei NO<sub>x</sub>-Adsorberkatalysatoren 10, 11 und mehrere Schaltventile 14 bis 18 umfaßt. Der Hubkolbenmotor 5 erhält seine Verbrennungsluft durch den Ansaugkrümmer 6, der insbesondere einen Lufteinlaßkanal 6a mit einer Drosselklappe 6b aufweist, der speziell dem Zylinder 1 zugeordnet ist. Zwischen der Drosselklappe 6b und dem Lufteinlaß des Zylinders 1 mündet eine Abgasrückführungsleitung 12 in den Lufteinlaßkanal 6a.

[0014] Im normalen Leistungsbetrieb des Hubkolben-

motors 5 stoßen die Zylinder 1 bis 4 mit Schadstoffen wie CO, NO<sub>x</sub> oder Kohlenwasserstoffen belastetes Abgas aus, das über einen der herkömmlich gebauten NO<sub>x</sub>-Adsorberkatalysatoren 10, 11 geleitet wird.

5 [0015] In Fig. 1 ist der NO<sub>x</sub>-Adsorberkatalysator 10 im Adsorptionsbetrieb dargestellt, der mit dem Abgas des Hubkolbenmotors 5 beaufschlagt wird, das den Adsorberkatalysator 10 über den rechten Teilstrang 8 der Hauptabgasleitung 7 erreicht. Die Schaltventile 14, 16, 18 befinden sich dabei in der in Fig. 1 dargestellten Position, so daß das gereinigte Abgas aus dem Katalysator 10 über den rechten Teilstrang 8 und die Hauptabgasleitung 7 weiteren Abgasreinigungsvorrichtungen oder direkt der Umgebungsluft zugeleitet werden kann.

15 [0016] Der zweite NO<sub>x</sub>-Adsorberkatalysator 11 wird während der Adsorptionsphase des Adsorberkatalysators 10 nach einem erfindungsgemäßen Verfahren im Desorptionsbetrieb betrieben. Dazu wird ein Teil des Verbrennungsabgases des Zylinders 1 über die Nebenabgasleitung 13, einen Leitungszweig 13a und den linken Teilstrang 9 der Hauptabgasleitung dem Adsorberkatalysator 11 zugeführt, wobei der Zylinder 1 derart betrieben wird, daß er stickoxid- und sauerstoffarmes sowie mit teiloxidierten Bestandteilen versehenes Abgas erzeugt, das für den Desorptionsvorgang im Adsorberkatalysator 11 besonders geeignet ist. Die Schaltventile 15 und 17 werden in ihre in Fig. 1 dargestellte Position gestellt, so daß zum einen der Adsorberkatalysator 11 ausschließlich mit dem Abgas des Zylinders 1 beaufschlagt wird, und zum anderen das aus dem Adsorberkatalysator 11 austretende Abgas über einen Leitungszweig 12a und die Abgasrückführungsleitung 12 in den Lufteinlaßkanal 6a des Zylinders 1 rezirkuliert wird. Dabei wird ferner die Ansaugluft des Zylinders 1 mit Hilfe der Drosselklappe 6b gedrosselt und die Kraftstoffzufuhr des Zylinders 1 in Abhängigkeit von der Luftzusammensetzung im Zylinder 1 eingestellt.

30 [0017] Darüber hinaus wird der Verbrennungsablauf im Zylinder 1 eines nach dem Dieselp Prinzip betriebenen Hubkolbenmotors 5 insbesondere durch eine optimale Kraftstoffeinspritzung derart betrieben, daß unter Vermeidung erhöhter Rußbildung die Stickoxidemissionen der Verbrennung im Zylinder 1 möglichst minimiert werden. Dazu ist eine geeignete Einspritzstrategie mit Vor-, Haupt- und Nacheinspritzung zu wählen, wobei die Einspritzzeitpunkte variabel anpaßbar sind. Ferner kann vorgesehen werden, Kraftstoff in den Saughub des Zylinders einzuspritzen und/oder den Zylinder 1 mit einem Luft-/Kraftstoffverhältnis  $\lambda \leq 1$  zu betreiben.

45 [0018] Durch die vorgeschlagene Anordnung wird sichergestellt, daß das einer weiteren Abgasbehandlungseinrichtung oder der Umgebungsluft zuzuführende Abgas vollständig durch den im Adsorptionsbetrieb arbeitenden Adsorberkatalysator 10 geleitet wird, wobei derjenige Teil des Abgases des Zylinders 1, der über einen Leitungszweig 13c in die Hauptabgasleitung 7 gelangt, im Vergleich zum Hauptabgasstrom nur so groß ist, daß dort die Bedingungen, die für einen

Adsorptionsbetrieb im Adsorberkatalysator 10 erforderlich sind, eingehalten werden. Dies wird insbesondere auch dadurch sichergestellt, daß die Zylinder 2, 3, 4 bei einem Betrieb nach dem Dieselpinzip naturgemäß bei einem Luft-/Kraftstoffverhältnis betrieben werden, das deutlich größer als eins ist. Der unveränderte Betrieb der Zylinder 2, 3, 4 stellt sicher, daß Leistung und Wirkungsgrad des Gesamtmotors von den Maßnahmen für den Desorptionsbetrieb des Adsorptionskatalysators 11 möglichst wenig beeinflußt werden.

[0019] Um die beiden  $\text{NO}_x$ -Adsorptionskatalysatoren 10, 11 abwechselnd im Adsorptions- und im Desorptionsbetrieb zu betreiben, besteht durch eine entsprechende Umschaltung der Schaltventile 14 bis 18 die Möglichkeit, ausgehend von der Situation in Fig. 1, den Adsorberkatalysator 11 auf Adsorptionsbetrieb und den Adsorberkatalysator 10 gleichzeitig auf Desorptionsbetrieb umzuschalten. Dazu wird der Hauptabgasstrom über die Hauptabgasleitung 7, einen Leitungszweig 9a und den linken Teilstrang 9 dem Adsorberkatalysator 11 zugeleitet, während der Adsorberkatalysator 10 über die Nebenabgasleitung 13, einen punktiert gezeichneten Leitungszweig 13b und den rechten Teilstrang 8 mit dem Abgas des Zylinders 1 beaufschlagt wird. In diesem Fall wird das aus dem Adsorberkatalysator 10 austretende Abgas vollständig über die Abgasrückführungsleitungen 12b und 12 zum Zylinder 1 zurückgeführt.

[0020] Wird der Hubkolbenmotor 5 nach dem Ottoprinzip betrieben, kann während der Desorptionsphase des Adsorberkatalysators 11 in dem Zylinder 1 ein zur Stickoxidminderung besonders günstiges Luftverhältnis weitgehend fest eingestellt werden, so daß die Desorption in dem Adsorberkatalysator 11 bei näherungsweise konstanten Bedingungen erfolgen kann, wobei ein Luft-/Kraftstoffverhältnis von  $\lambda > 1$  in den Zylindern 2 bis 4 zu bevorzugen ist. Dadurch ergibt sich im Hauptabgasstrom ein ausreichender Restsauerstoffgehalt, der für die Adsorption im Adsorberkatalysator 10 günstig ist.

[0021] In einem modifizierten Ausführungsbeispiel erfolgt die Abgasrückführung nicht in den Lufteinlaßkanal 6a des Zylinders 1, sondern über den Ansaugkrümmer 6 in alle Zylinder gleichmäßig. In diesem Ausführungsbeispiel erfolgt somit eine Umsetzung der desorbierten Stickoxide in allen Zylindern des Hubkolbenmotors unabhängig von dessen Arbeitsprinzip, wobei weiterhin nur ein Teil der Zylinder, z.B. der Zylinder 1, derart betrieben wird, daß eine optimale Desorption im jeweils desorbierenden Adsorberkatalysator 10 bzw. 11 erreicht wird.

[0022] Ein zweites erfindungsgemäßes Verfahrensbeispiel ist für einen Verbrennungsmotor vorgesehen, der in Form eines nach dem Dieselpinzip arbeitenden Hubkolbenmotors 20 gemäß Fig. 2 ausgestaltet ist. Der Hubkolbenmotor 20 weist vier Zylinder 21 bis 24 auf, die ihr Verbrennungsgemisch über eine sogenannte Common-Rail-Einspritzanlage 26 erhalten, und in deren Hauptabgasleitung 27 ein Oxidationskatalysator 25 und

ein  $\text{NO}_x$ -Adsorberkatalysator 28 zur Abgasreinigung eingeschaltet sind.

[0023] Der Oxidationskatalysator ist in bekannter Weise möglichst motornah positioniert und oxidiert weitgehend unselektiv unverbrannte und teilverbrannte Bestandteile des Abgases. Der Adsorberkatalysator 28 wird in herkömmlicher Weise periodisch wechselnd im Adsorptions- und im Desorptionsbetrieb betrieben, wobei während seines Desorptionsbetriebes in dem Oxidationskatalysator 25 eine fette Nachverbrennung durchgeführt wird, bei der das Abgas des Hubkolbenmotors 20 unter Sauerstoffmangel derart nachbehandelt wird, daß eine große Menge an teiloxidierten Bestandteilen im Abgas erzeugt wird, so daß im Adsorberkatalysator 28 anschließend eine für die Desorption und die parallel ablaufende Reduktion von Stickoxiden geeignete Atmosphäre zur Verfügung gestellt wird.

[0024] Hierzu ist vorgesehen, bei einem Teil der Zylinder 21 bis 24 des Hubkolbenmotors 20 eine Kraftstoffzusatzspritzung vorzunehmen. Eine derartige Kraftstoffzusatzspritzung kann während des Saughubes in den Ansaugtrakt beliebiger Zylinder erfolgen, es ist jedoch auch eine Erhöhung der regulären Einspritzmenge oder eine späte Nacheinspritzung in den Brennraum einzelner Zylinder möglich. Durch derartige Maßnahmen wird erreicht, daß eine ausreichende Menge an unverbrannten oder teilverbrannten Kraftstoffanteilen in das Abgas gelangt, so daß im Oxidationskatalysator 25 die genannte fette Nachverbrennung stattfinden kann. Da eine derartige Verbrennungsführung in dem Dieselmotor 20 im allgemeinen eine erhöhte Ruß- und Partikelemission zur Folge hat, sind entsprechende Ablagerungen im Oxidationskatalysator 25 zu erwarten. Da derartige Ablagerungen wiederum die Funktion des Oxidationskatalysators 25 beeinträchtigen, sind kurze Regenerationsphasen für den Oxidationskatalysator vorgesehen, während denen die Ablagerungen entfernt werden. Dazu ist vorgesehen, den Oxidationskatalysator 25 mit einem Abgas zu beaufschlagen, dessen Temperatur auf 500°C bis etwa 800°C erhöht ist. Derartige Regenerationsphasen dauern für eine geeignete Regeneration etwa 0,5s bis 10s.

[0025] Erfindungsgemäß ist für die Abgastemperaturerhöhung das Einspritzen einer zusätzlichen Kraftstoffmenge in einer späten Verbrennungsphase eines Zylinders vorgesehen. Darüber hinaus dienen auch ein früheres Öffnen des Auslaßventils eines Zylinders und das Verstellen des Spritzbeginns der Haupteinspritzung hin zu einem späteren Zeitpunkt während des Arbeitstaktes eines Zylinders zu einer Abgastemperaturerhöhung. Die genannten Maßnahmen können sowohl in einem als auch in mehreren Zylindern des Hubkolbenmotors 20 durchgeführt werden, während die übrigen Zylinder unverändert weiterbetrieben werden. Durch die genannten Maßnahmen läßt sich die Abgastemperatur kurzzeitig sehr genau einstellen, so daß die Leistung des Gesamtmotors möglichst wenig beeinträchtigt wird.

[0026] Eine derartige Regenerationsphase des Oxi-

aktionskatalysators 25 kann sowohl während des Desorptionsbetriebes als auch während des Adsorptionsbetriebes des Adsorberkatalysators 28 erfolgen, wobei im erstgenannten Fall die genannten Motorsteuerungsmaßnahmen für einen oder mehrere Zylinder ggf. in Kombination vorgesehen werden.

#### Patentansprüche

1. Verfahren zum Betrieb eines mehrzylindrigen Verbrennungsmotors mit wenigstens einem Adsorberkatalysator im Abgasstrang des Verbrennungsmotors, wobei

- der Adsorberkatalysator periodisch wechselnd im Adsorptions- und im Desorptionsbetrieb betrieben und
- das den Adsorberkatalysator im Desorptionsbetrieb verlassende Abgas zur Eingangsseite des Verbrennungsmotor rückgeführt wird, **dadurch gekennzeichnet, daß**
- die Rückführung des im Desorptionsbetrieb eines Adsorberkatalysators (11) aus diesem austretenden Abgases selektiv nur in einen Teil (1) der Zylinder des Verbrennungsmotors (5) erfolgt und
- dieser Teil (1) der Zylinder während des Desorptionsbetriebes unabhängig von den anderen Zylindern in einem Zustand unvollständiger Verbrennung betrieben wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, daß** dem im Desorptionsbetrieb betriebenen Adsorberkatalysator (11) ausschließlich Abgas des im Zustand unvollständiger Verbrennung betriebenen Teils (1) der Zylinder zugeführt wird.

3. Verfahren nach Anspruch 2, weiter **dadurch gekennzeichnet, daß** während des Desorptionsbetriebes eines ersten Adsorberkatalysators (11) ein zweiter, dem ersten parallel geschalteter Adsorberkatalysator (10) im Adsorptionszustand betrieben und wenigstens mit dem Abgas des nicht mit rückgeführtem Abgas beaufschlagten Teils (2 bis 4) der Zylinder beaufschlagt wird.

4. Verfahren zum Betrieb eines mehrzylindrigen Verbrennungsmotors, insbesondere nach einem der Ansprüche 1 bis 3, mit wenigstens einem Adsorberkatalysator (28) und einem dem Adsorberkatalysator (28) vorgeschalteten Oxidationskatalysator (25) im Abgasstrang des Verbrennungsmotors (20), wobei

- der Adsorberkatalysator periodisch wechselnd im Adsorptions- und im Desorptionsbetrieb

betrieben wird, **dadurch gekennzeichnet, daß**

- während des Desorptionsbetriebes des Adsorberkatalysators (28) im Oxidationskatalysator (25) eine fette Nachverbrennung durchgeführt wird und der Oxidationskatalysator während kurzer Regenerationsphasen von etwa 0,5s bis 10s Dauer zur Rußentfernung bei einer erhöhten Abgastemperatur von etwa 500°C bis etwa 800°C betrieben wird.
- 5. Verfahren nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet, daß** während der Regenerationsphasen des Oxidationskatalysators (25) die Erhöhung der Abgastemperatur gegenüber dem Normalbetrieb durch Einspritzen einer zusätzlichen Kraftstoffmenge in einer späten Verbrennungsphase, früheres Öffnen des Auslaßventils und/oder Verstellen des Spritzbeginns der Haupteinspritzung in Richtung spät bei wenigstens einem Teil der Zylinder des Verbrennungsmotors (20) bewirkt wird.



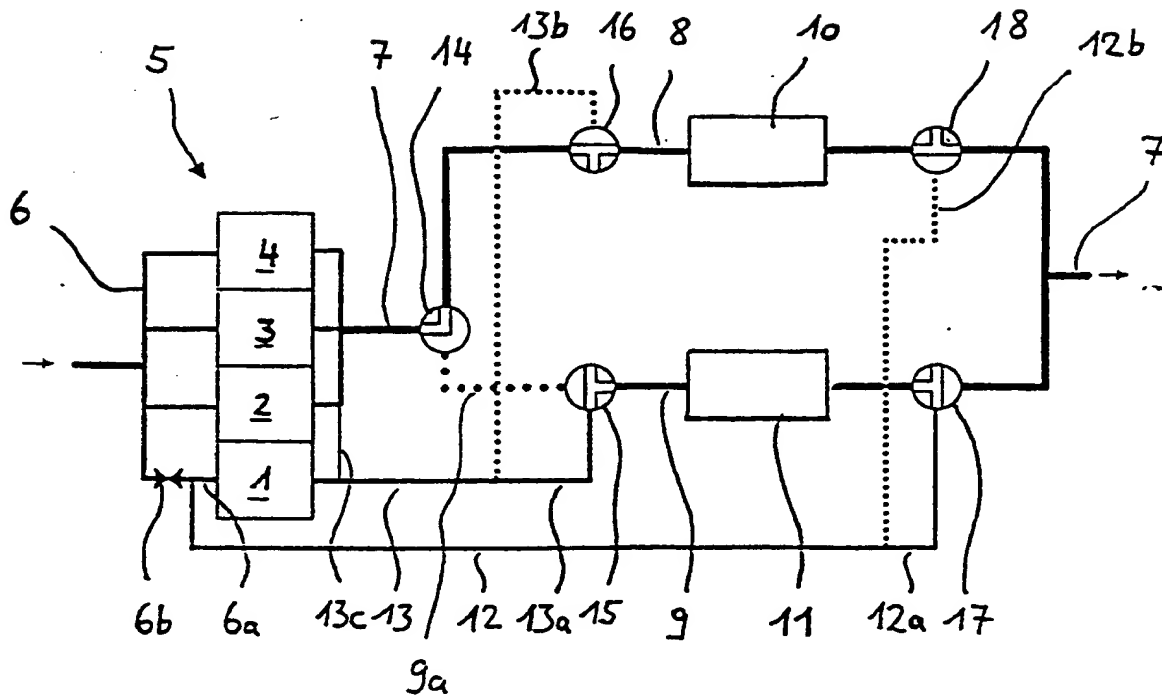


Fig. 1

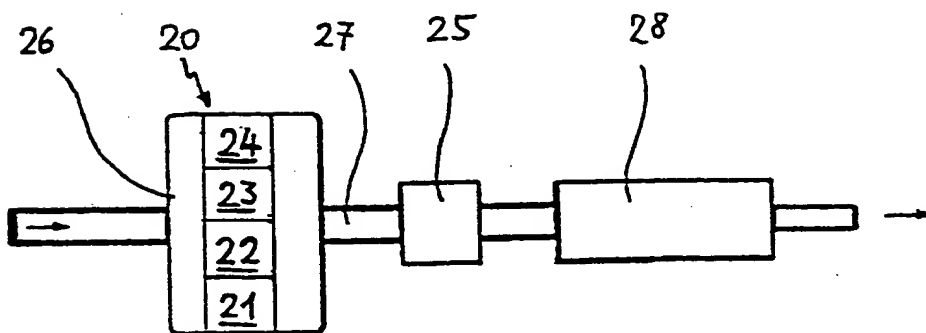


Fig. 2

1. 1

2.

3.

4.

5.

6.

7.

8.

9.

10.

11.

12.

13.

14.

15.

16.

17.

18.

19.

20.

21.

22.

23.

24.

25.

26.

27.

28.

29.

30.

31.

32.

33.

34.

35.

36.

37.

38.

39.

40.

41.

42.

43.

44.

45.

46.

47.

48.

49.

50.

51.

52.

53.

54.

55.

56.

57.

58.

59.

60.

61.

62.

63.

64.

65.

66.

67.

68.

69.

70.

71.

72.

73.

74.

75.

76.

77.

78.

79.

80.

81.

82.

83.

84.

85.

86.

87.

88.

89.

90.

91.

92.

93.

94.

95.

96.

97.

98.

99.

100.

101.

102.

103.

104.

105.

106.

107.

108.

109.

110.

111.

112.

113.

114.

115.

116.

117.

118.

119.

120.

121.

122.

123.

124.

125.

126.

127.

128.

129.

130.

131.

132.

133.

134.

135.

136.

137.

138.

139.

140.

141.

142.

143.

144.

145.

146.

147.

148.

149.

150.

151.

152.

153.

154.

155.

156.

157.

158.

159.

160.

161.

162.

163.

164.

165.

166.

167.

168.

169.

170.

171.

172.

173.

174.

175.

176.

177.

178.

179.

180.

181.

182.

183.

184.

185.

186.

187.

188.

189.

190.

191.

192.

193.

194.

195.

196.

197.

198.

199.

200.

201.

202.

203.

204.

205.

206.

207.

208.

209.

210.

211.

212.

213.

214.

215.

216.

217.

218.

219.

220.

221.

222.

223.

224.

225.

226.

227.

228.

229.

230.

231.

232.

233.

234.

235.

236.

237.

238.

239.

240.

241.

242.

243.

244.

245.

246.

247.

248.

249.

250.

251.

252.

253.

254.

255.

256.

257.

258.

259.

260.

261.

262.

263.

264.

265.

266.

267.

268.

269.

270.

271.

272.

273.

274.

275.

276.

277.

278.

279.

280.

281.

282.

283.

284.

285.

286.

287.

288.

289.

290.

291.

292.

293.

294.

295.

296.